

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-316210

(43)Date of publication of application : 09.12.1997

(51)Int.Cl.

C08J 5/16
F16C 33/10

(21)Application number : 08-138954

(71)Applicant : NTN CORP

(22)Date of filing : 31.05.1996

(72)Inventor : NAKANISHI KIYOSHI
SATO TASUKU

(54) OIL-CONTAINING RESIN SOLID ARTICLE AND ITS PRODUCTION

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain the subject solid article capable of unnecessitating production installations such as a mixer and a mold and enabling to simply adjust the kinds of a resin base material and a lubricant, the amount of the contained lubricant, etc., in response to using states, etc., by impregnating a resin molded product with the lubricant.

SOLUTION: A resin molded product is impregnated with a lubricant. This solid article is obtained by immersing the resin molded product in the lubricant at a temperature below the melting point of the resin molded product to impregnate the lubricant into the base material of the resin molded product. When the lubricant is not uniformly impregnated into the inner parts of the resin molded product, the lubricant containing resin solid article impregnated with the lubricant is preferably put into a heating device and again heated at the same temperature as the impregnation temperature. The base material of the resin molded product is preferably high mol.wt. polyethylene, polyoxymethylene, etc. The temperature of the lubricant on the impregnation treatment is preferably 80-135° C in the case of the high mol.wt. polyethylene, and 110-120° C in the case of a polyoxyethylene. The lubricant is preferably a mineral oil, a synthetic hydrocarbon oil, etc.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-316210

(43)公開日 平成9年(1997)12月9日

(51)Int.Cl. ⁹	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 0 8 J 5/16	C E S		C 0 8 J 5/16	C E S
F 1 6 C 33/10		7123-3J	F 1 6 C 33/10	A

審査請求 未請求 請求項の数11 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平8-138954

(22)出願日 平成8年(1996)5月31日

(71)出願人 000102692

エヌティエヌ株式会社

大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号

(72)発明者 中西 清

奈良県生駒市鹿ノ台西3丁目24の13

(72)発明者 佐藤 佐

三重県員弁郡東員町笹尾西1丁目19-5

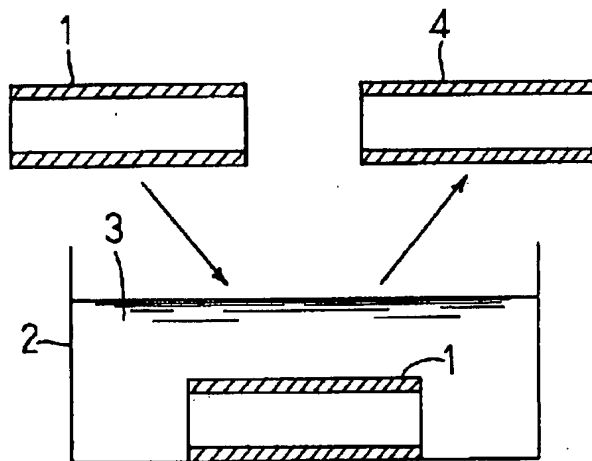
(74)代理人 弁理士 江原 省吾 (外2名)

(54)【発明の名称】 含油樹脂固形物及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 混合機や金型等の製造設備を不要とすると共に、樹脂基材や潤滑剤の種類、含油量等を使用状況に応じて簡単に調整可能とする。

【解決手段】 所定形状に形成した樹脂成形体(1)を、その融点以下の温度に保持した潤滑油(3)を貯留する浸漬槽(2)に浸漬し、樹脂基材に潤滑油(3)を含浸させた後、これを大気中或いは不活性ガス中で加熱する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 樹脂成形体に潤滑剤を含浸させた含油樹脂固形物。

【請求項 2】 樹脂成形体を、その融点以下の温度の潤滑剤に浸漬して、その基材に潤滑剤を含浸させた含油樹脂固形物。

【請求項 3】 樹脂成形体を、その融点以下の温度の潤滑剤に浸漬して、その基材に潤滑剤を含浸させた後、これを大気中或いは不活性ガス中で加熱して得た樹脂潤滑組成物。

【請求項 4】 樹脂成形体の基材が、超高分子量ポリエチレンあるいはポリオキシメチレンである請求項 1 乃至 3 何れか記載の含油樹脂固形物。

【請求項 5】 潤滑剤が、鉱油、ポリオールエステル油、ジエステル油、合成炭化水素油、アルキルフェニルエーテル油、或いは、これらの混合物からなる潤滑油であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 何れか記載の含油樹脂固形物。

【請求項 6】 樹脂成形体を、その融点以下の温度の潤滑剤に浸漬して、その基材に潤滑剤を含浸させる含油樹脂固形物の製造方法。

【請求項 7】 樹脂成形体を、その融点以下の温度の潤滑剤に浸漬して、その基材に潤滑剤を含浸させた後、これを大気中或いは不活性ガス中で加熱する含油樹脂固形物の製造方法。

【請求項 8】 樹脂成形体の基材が、超高分子量ポリエチレンあるいはポリオキシメチレンである請求項 6 又は 7 記載の樹脂潤滑組成物の製造方法。

【請求項 9】 潤滑剤が、鉱油、ポリオールエステル油、ジエステル油、合成炭化水素油、アルキルフェニルエーテル油、或いは、これらの混合物であることを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の含油樹脂固形物の製造方法。

【請求項 10】 樹脂成形体に、多孔質含油軸受に補給するための潤滑剤を含浸させた含油樹脂固形物。

【請求項 11】 多孔質含油軸受と接触させて用いる請求項 10 記載の含油樹脂固形物。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、潤滑油等の潤滑剤を含浸保持させた含油樹脂固形物及びその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、樹脂基材中に潤滑油等の潤滑成分を分散保持させてなる、いわゆる含油樹脂組成物は、一般に、樹脂、保油性の粉末及び潤滑油等の混合物を金型内に充填し、その後、金型を加圧しつつ加熱して樹脂を溶解させ、樹脂基材中に潤滑油を分散させることにより成形される。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような潤滑組成物では、その製造の際に混合機を必要とし、しかも各種サイズの組成物を成形する際にその種類に応じた複数セットの金型が必要となるため、製造コストが上昇する傾向にあった。

【0004】また、樹脂基材や潤滑油の種類、保油量等を変更する場合には、最初の工程、すなわち材料を混合する工程からやり直す必要があるため、使用条件等に応じた最適調整が困難である。

10 【0005】そこで、本発明は、混合機や金型等の製造設備を不要とすると共に、樹脂基材や潤滑剤の種類、保油量等を使用状況等に応じて簡単に調整することのできる含油樹脂固形物及びその製造方法の提供を目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成すべく、本発明では、樹脂成形体に潤滑剤を含浸させることとした（請求項 1）。具体的には、樹脂成形体を、その融点以下の温度の潤滑剤に浸漬してその基材に潤滑剤を含浸させるのである（請求項 2、6）。ここで、「潤滑剤」には、潤滑油のみならず、樹脂成形体への含浸が可能な他の流体状の潤滑剤が全て含まれる。

20 【0007】樹脂成形体の形状、肉厚等によっては、潤滑成分が内部まで浸透しない場合があるので、その場合には、樹脂成形体を、その融点以下の温度の潤滑剤に浸漬して、その基材に潤滑剤を含浸させた後、これを大気中或いは不活性ガス中で加熱するとよい（請求項 3、7）。

30 【0008】樹脂成形体の基材としては、超高分子量ポリエチレンあるいはポリオキシメチレンが使用可能であり（請求項 4、8）、また、潤滑剤としては、鉱油、ポリオールエステル油、ジエステル油、合成炭化水素油、アルキルフェニルエーテル油、或いはこれらの混合物からなる潤滑油が使用可能である（請求項 5、9）。

40 【0009】また、樹脂成形体に、多孔質含油軸受に補給するための潤滑剤を含浸させてもよく（請求項 10）、このようにして得られた含油樹脂固形物を多孔質含油軸受と接触させて用いてもよい（請求項 11）。つまり、本発明の含油樹脂固形物は、多孔質含油軸受の給油手段として用いることもできる。

50 【0010】ここで、多孔質含油軸受とは、多孔質体に潤滑剤を含浸させると共に、支持すべき軸の摺動面と滑りを生じる軸受面を形成したものである。多孔質体は、通常、鉄、銅、亜鉛、ニッケル等、または、これらを組み合わせた合金の微粉粒に混合、圧縮成形（又は発砲成形）、焼成、表面硬化等の処理を施して得られる均一な多孔質組織を有する焼結体であって、およそ 50 μm 以下（多くは 10 μm 以下）の多数の気孔（細孔、空孔とも呼ばれる）が分布しているのが一般的である。この焼結体に潤滑油（潤滑グリースでもよい）を含浸させると

共に、軸受面を形成して多孔質含油軸受とする。軸受の形式は特に限定されるものではなく、平面軸受、スラスト軸受、ジャーナル軸受など、支持すべき軸の摺動面と滑りを生じる軸受面を有する形状であれば、本発明の対象となり得る。また、多孔質含油軸受は、回転要素を支持するものに限られず、軸方向への摺動要素を支持するものも含まれる。

【0011】このような多孔質含油軸受は、一般に軸受内部に保持された油を、軸受面と軸の摺動面との相対的な滑り運動に伴う吸い込み・押し込み作用によって、軸受内部と軸受隙間との間を循環させながら潤滑を行なう点に特徴を有するものである。しかしながら、高温雰囲気下で連続運転したような場合では、熱膨張と圧力発生等に伴う油の働きによって、ある程度の油の損失があることは避けられない。例えば、軸受端面から漏れ出た油がハウジングを伝わって流失する、軸受隙間から漏れ出た油が軸を伝わって流出する等の現象が起こる。軸受内部から油が流出すると、気孔内に空気が入り込み、空気と油とが混在して循環することとなるため、軸受隙間における油膜形成範囲が狭められることが予想される。

【0012】特に、軸姿勢を縦（上下方向）にして配置される場合が多く、毎分1万回転前後の高速で運転されるレーザビームプリンタ用モータのような装置では、重力と遠心力の影響も加わるため、下方への油の動きが問題となる。図3（a）に示すように、例えば、上側の軸受（20a）の下端面（20a1）から漏れ出た油は、一部は気孔（空孔）の毛細管現象によって再び軸受内部に戻るが、ハウジングに付着した油などはハウジングを伝わって下方へ流失してしまう。また、軸受隙間から漏れ出た油は軸の回転による遠心力で吹き飛ばされて流出してしまう。そのような油の流失は、上下に離隔配置された一対の軸受（20a、20b）のうち、特に上側の軸受（20a）において問題となる。また、同図（b）図に示す軸流ファンのような装置では、軸受（20）の端面とスラストワッシャ（21）との摺動でスラスト荷重を支持するため、回転するワッシャ（21）から振り切られた油が軸受外に流出しやすい。

【0013】このような軸受内部からの油の流出に対する対策として、補油機構を設けることが考えられる。補油機構として、油を含ませたフェルト（繊維状油補給物）を、軸受端面または外周面に接触させて配置した構成が知られているが、この構成では、フェルトの変形によって、軸受との接触状態が維持されない場合がある。特に、図3（a）に示すような縦軸姿勢の場合、フェルトの変形によって、上側の軸受（20a）の端面（20a1）との間に隙間ができてしまうと、補油機構としての機能を果たし得なくなる。また、フェルトが軸に接触するようなことがあると、軸受隙間にフェルトの繊維くずが巻き込まれて、トルク上昇、トルク変動、軸振れ増加などの支障を来すおそれがある。

【0014】また、特開平6-173953号公報に開示されているように、二つの軸受間にグリースを充填したものもあるが、これでは、軸受を設置する工程とグリースを充填する工程とが必要となるために作業が煩雑化する。さらには、回転中にグリースが軸にまとわりつくことがあり、トルク変動の原因となる。

【0015】これに対し、本発明では、上述のように、樹脂成形体に、多孔質含油軸受に補給するための潤滑剤を含浸させ、これを多孔質含油軸受と接触させて用いているので、軸受内部から含油樹脂固形物との接触面に漏れ出ようとする油に対して壁の役目を果たし、油の流失を抑制する。また、軸受隙間等から漏れ出た油を吸収して回収する役割も果たす。さらに、軸受内部から油が流出して空孔が生じた場合には、空孔部の毛細管力によって、含油樹脂固形物に含浸保持された潤滑剤が、両者の接触面を介して軸受内部に補給される。このように、本発明における含油樹脂固形物は、①油漏出抑制、②油回収、③油補給（補油）の3つの機能を併せもつ。

【0016】本発明品の含油樹脂固形物は、樹脂分子間に油を包含保持している。そのため、通常のフェルトやスポンジのように小さな外力（外圧）によってその中に保持している油を放出することがない。油の放出・吸収は、温度変化（上昇或いは下降）により樹脂分子が凝集・分散することによって起こる。一定温度においては包含される油の拡散、膨張（膨張力）と骨格を成す樹脂の凝集力あるいは拡散力とのバランスの上で成り立っている。温度が高くなると固形物全体としては体積が増加するが、油の体積増加量がそれ以上に大きくなり、油の体積膨張力は樹脂の凝集力に打ち勝ち、両者の膨張量がバランスするまで固体外部に油が放出される。反対に温度が下がると、上記の逆の現象が起こり、油が固体中に吸収される。この油の放出・吸収現象を軸受の使用中に起こる具体的な現象と結び付けて、その効果を説明すると以下のようなになる。

【0017】軸受の使用（運転）中に潤滑油の消耗や負荷の増大が発生した場合は、結果として、摩擦力の増大による発熱が起こる。そのため軸受の温度が上昇する。そのため、軸受に接して配置されている含油樹脂固形物も温度上昇する。この温度上昇により、含油樹脂固形物は包含する油を上記のメカニズムにより放出する。放出量は図4及び図5に示すように、温度上昇量に比例して多くなる。油が軸受の滑り面へ十分供給されると摩擦は低減し、それと同時に温度も低下する。温度が低下すると、同様の理由でその温度において油と固形物がバランスするまで油は固形物に再吸収される。そのため、軸受の機能面には常に潤滑に必要な適正油量が供給されることになり、軸受の長寿命化と高機能化が達成される。なお、大きな温度変化がなくともこの固形物からは微量の油が長時間にわたって供給される（図5中の平坦部A）。即ち、蒸発等によって消耗される油に相当す

る程度の量は放出される。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を、図1及び図2に基づいて説明する。

【0019】図1に示すように、本発明は、予め所定形状に成形した樹脂成形体(1)を、浸漬槽(2)に貯留した潤滑剤(3)、例えば潤滑油(潤滑グリースでもよい)中に所定時間浸漬することにより、樹脂成形体

(1)の基材に潤滑剤を含浸させて含油樹脂固形物

(4)を得るものである。樹脂成形体(1)の形状は、図示のようなチューブ状に限定されず、板状や棒状であってもよい。

【0020】この場合の樹脂成形体(1)の素材としては、高分子ポリエチレン、ポリオキシメチレン等が適用可能である。

【0021】浸漬槽(2)中の潤滑油は、図示しないヒータ等の加熱手段で樹脂成形体(1)の融点以下の温度に加熱される。この場合の加熱温度は、樹脂成形体

(1)の基材材質によって異なるが、基材が高分子ポリエチレンの場合は、80℃～135℃の温度範囲が好ましい。この温度範囲よりも低いと、ほとんど潤滑剤が樹脂成形体(1)に吸収されず、吸収されるにしてもごく僅かであるために含浸に長期間を要し、実用的でない。一方、135℃を越えると、吸油速度は増加するが、初期の形状を留めないほど樹脂の軟化が著しくなり、後工程での形状回復が不能となる。樹脂基材がポリオキシメチレンの場合は、同様の理由から110～120℃の温度範囲が適当である。

【0022】また、潤滑油としては、例えば、樹脂基材が高分子ポリエチレンの場合は、鉱油、合成炭化水素油、アルキルフェニルエーテル油、ポリオールエステル油、ジエステル油等の潤滑油、或いはこれらの混合物が使用可能である。但し、シリコン油やフッ素系の潤滑油は樹脂中に含浸されないために適用は難しい。

【0023】ところで、単に樹脂成形体(1)を潤滑油に浸漬するだけでは、成形体(1)の形状、寸法、肉厚等の諸条件によっては、潤滑油が樹脂の表面近傍にのみ含浸し、内部まで均等に含浸しない場合がある。この場合には、内部まで含浸するように浸漬時間を延長したり、浸漬温度を高くする等の対策が考えられるが、何れの場合でも樹脂成形体(1)の表面が液状化したり、所期の形状が著しく損なわれ、後工程での形状回復が極めて難しくなる等の弊害が起こり得る。

【0024】この場合には、潤滑油を含浸させた含油樹脂固形物(4)を加熱装置、例えば空気循環式の高温槽に入れ、含油温度と同一の温度で所定時間再加熱するとよい。これにより、潤滑油が樹脂基材の奥深くまで均一に浸透し、上記不具合を解消することが可能となる。この工程であれば、一度に含浸できる量は、20%程度であり、それ以上含油させるためには、上記含浸及び再加

熱工程を繰り返せばよい。かかる再加熱は、大気中のみならず、不活性ガス中で行なってもよい。

【0025】以上の構成により、樹脂成形体(1)中に潤滑油を含浸保持してなる含油樹脂固形物(4)が、従来のように混合機や金型を必要とすることなく、より安価に成形可能となる。また、樹脂成形体(1)は、種々の材質、形状、寸法を有する市販の成形品等から最適品を選択して、そのまま使用することができる。また、潤滑油も種々の市販品から最適品を選択して使用することができる。さらに含油量を変更する場合には、潤滑剤の温度や浸漬時間を調整したり、或いは、必要に応じて大気中等での再加熱を行なうことにより、任意の含油量を得ることができる。従って、工程の最初からやり直す従来法に比べて、使用条件等に最も適した特性の含油樹脂固形物(4)を能率よく迅速に製造することが可能となり、また、多品種小量生産にも容易に対応可能となる。

【0026】図2は、上述の手順で得られた含油樹脂固形物を適用した軸受装置の構造例を示すものである。この軸受装置は、レーザビームプリンタのスキャナモータに組込まれたもので、ロータ(11)とステータ(12)との励磁力によって高速回転する軸(13)を、ハウジング(14)に対して回転自在に支持する役割をもち、焼結合金等からなる多孔質体に、軸(13)の外周面(13a)と微小な軸受隙間(16)を介して対向する軸受面(15a)を形成すると共に、潤滑グリース(又は潤滑油)を含浸させた多孔質含油軸受(15)と、前記含油樹脂固形物(4)とを備えている。軸(13)は縦軸姿勢であり、上下方向に配置した一对の多孔質含油軸受(15)の軸受面(15a)を滑り接触支持する構成にしてある。

【0027】一对の多孔質含油軸受(15)及び含油樹脂固形物(4)はいずれもリング形状であり、それぞれの上下方向に相対向した端面同士(上側の多孔質含油軸受15の下端面15bと含油樹脂固形物4の上端面4b、下側の多孔質含油軸受15の上端面15cと含油樹脂固形物4の下端面4c)が相互に接触している。なお、含油樹脂固形物(4)の内周面(4a)と軸(13)の外周面(13a)との間の隙間は、軸受隙間(16)の2倍以上の大きさに設定されている。これは、トルクの上昇を招かないように配慮したものである。

【0028】含油樹脂固形物(4)は、樹脂基材に潤滑油等の潤滑剤を含浸保持させた構造を有するため、特に上側に配置された多孔質含油軸受(15)の下端面(15b)から、軸(13)の回転に伴う油の流動によって漏れ出ようとする油に対して壁の役目を果たし、軸受内部からの油の流失を抑制する。また、軸受隙間(16)から漏れ出た油を吸収して、回収する役割も果たす。さらに、多孔質含油軸受(15)の内部から油が流出して空孔が生じた場合には、空孔部の毛細管力によって、含油樹脂固形物(4)に含浸保持された潤滑成分が、両者の接触面(4bと15b、4cと15c)を介して多孔質含油軸受(15)

に補給される。このように、含油樹脂固形物（４）は、①油漏出抑制、②油回収、③補油の３つの機能を併せもつ。従って、多孔質含油軸受（１５）の内部には、常に油が満たされた状態になり、長期にわたって良好な潤滑性能が維持される。そのため、多孔質含油軸受（１５）は、長期にわたって優れた軸受機能を発揮し、また長寿命である。さらに、従来、補油機構として用いられていた、油を含ませたフェルトと違って繊維状のものを含まないので、軸受隙間内に繊維などのゴミが入り込むこともなく、グリースと違って固形状であるため、回転する軸にまわりつくことがなく、トルク変動の原因となることもない。そして、固形状であるので取り扱いが極めて容易で、組立時の効率が良い。

【００２９】

【実施例】

【実施例１】 内径φ３ｍｍ×外径６ｍｍの超高分子量ポリエチレン（分子量約２００万）のチューブを１２５℃に加熱したポリαオレフィン油２５ｗｔ％とポリオールエステル油７５ｗｔ％との混合潤滑油中に２５時間浸漬したところ、約１０ｗｔ％の潤滑油がポリエチレンチューブ内に浸透していた。

【００３０】【実施例２】 実施例１で得られたチューブを１２５℃に設定した高温槽に移し、８時間放置したところ、加熱前は表層付近に含浸されていた潤滑油はチューブ肉厚中心部に移行し、厚さ方向で潤滑油が均一になった。

【００３１】【実施例３】 実施例１と同様の超高分子量ポリエチレンのチューブ（内径φ３ｍｍ×外径６ｍｍ）を粘度６４ｃＳｔの鉱油系潤滑油に実施例１と同一条件で浸漬後、実施例２と同一条件で高温槽中で加熱処理したところ、約１５ｗｔ％の潤滑油が含浸できた。

【００３２】【実施例４】 実施例１の条件のうち温度を１３５℃に変えた以外は同一の条件で含浸を行なった。その結果、超高分子量ポリエチレンの重量は約１７ｗｔ％程増加し、チューブ内外径は著しく軟化していた。このチューブを１３５℃の高温槽中で約８時間再加熱処理したところ、加熱後のチューブ表面は加熱前に比べて潤滑油の浮きだしもなく、全体がほぼ同程度の硬さになっていた。

【００３３】【比較例１】 内径φ３ｍｍ×外径６ｍｍの超高分子量ポリエチレン（分子量約２００万）のチュ

ーブを１２７℃のシリコン油（粘度５０ｃＳｔ：４０℃）中に２５時間浸漬した。潤滑油はチューブ樹脂内に吸収されることもなく、加熱前の状態を保っていた。

【００３４】【比較例２】 比較例１と同一のチューブを用い、１２７℃のフッ素系潤滑油（フォンブリンＺ２５）中に２５時間浸漬した。この場合も比較例１と同様に潤滑油はチューブ内に吸収されることもなく、加熱前の状態を保っていた。

【００３５】

【発明の効果】本発明によれば、樹脂成形体を、その融点以下の温度を保持した潤滑剤に浸漬してその基材に潤滑剤を含浸させているので、製造時に従来のような混合機や金型は不要となる。従って、製造コストを安価にすることができる。さらには、形状、材質等の異なる種々の含油樹脂固形物を容易に提供できるので、使用者のニーズに適した含油樹脂固形物が能率よく成形可能となり、多品小量生産にも容易に対応可能となる。

【００３６】また、樹脂成形体に、多孔質含油軸受に補給するための潤滑剤を含浸させると、多孔質含油軸受の保油量を常時適性値に保ち、もって安定した軸受機能を長期間安定して維持させ、軸受寿命を向上させることができる。また、グリースそのものを使用する構成と比較しても、固形状であるため取り扱いが容易で、回転軸にグリースがまわりついて回転変動を引き起こすこともない。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明にかかる含油樹脂固形物の製造工程を示す断面図である。

【図２】上記潤滑組成物を軸受装置に適用した際の断面図である。

【図３】従来の多孔質含油軸受の端面図である。

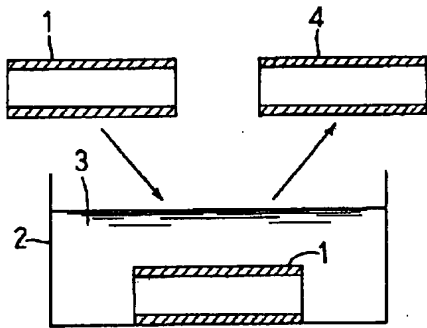
【図４】上記含油樹脂固形物における温度と油の放出量との関係を表す図である。

【図５】上記含油樹脂固形物における放置時間と油分離率との関係を表す図である。

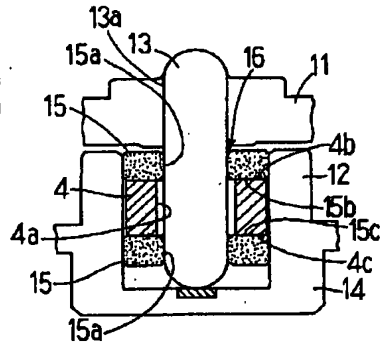
【符号の説明】

- １ 樹脂成形体
- ３ 潤滑剤
- ４ 含油樹脂固形物
- １５ 多孔質含油軸受
- １５ａ 軸受面

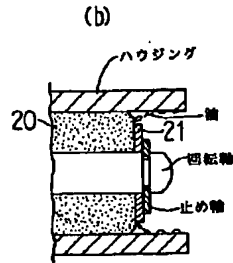
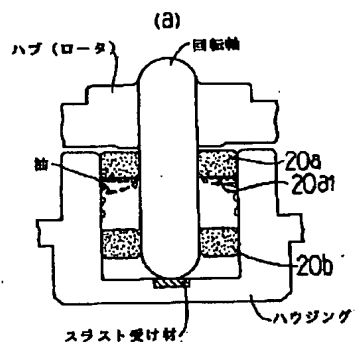
【図1】



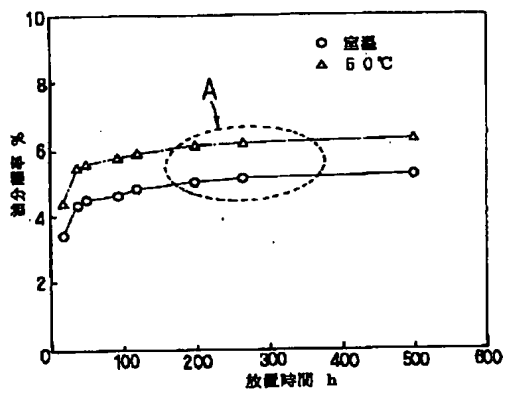
【図2】



【図3】



【図5】



【図4】

